

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-338304

(43)Date of publication of application : 28.11.2003

(51)Int.Cl.

H01M 8/06

H01M 8/04

// H01M 8/10

(21)Application number : 2002-303336

(71)Applicant : EBARA BALLARD CORP

(22)Date of filing : 17.10.2002

(72)Inventor : SO KEISEN  
SUZUKI TAKASHI

(30)Priority

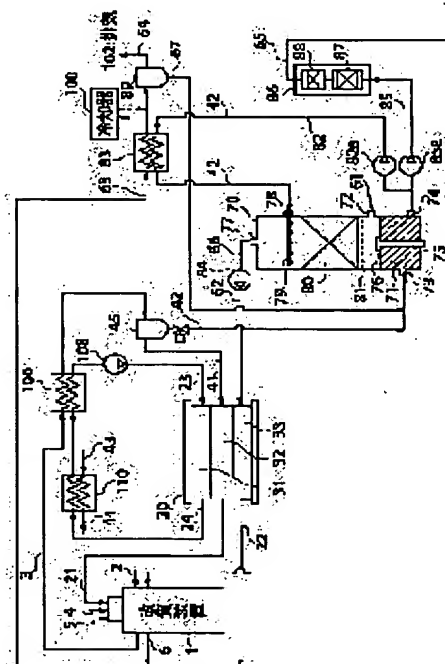
Priority number : 2002064996 Priority date : 11.03.2002 Priority country : JP

## (54) FUEL CELL POWER GENERATION SYSTEM

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a fuel cell power generation system which attains simplification of equipment constituting the system, prolongation of a service life of the system as a whole, and a reduction in manufacturing cost.

**SOLUTION:** The power generation system comprises: a fuel cell 20 which generates power by an electrochemical reaction between a fuel gas 41 and an oxidant gas 62 to thereby generate water; a gas-liquid contact apparatus 70 which brings collected water 42 into contact with an oxidant gas 61; and a circulation path 82 for sending the collected water from the bottom part to an upper part of the gas-liquid contact apparatus 70 to circulate the water inside the apparatus 70.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

07.10.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-338304

(P2003-338304A)

(43) 公開日 平成15年11月28日 (2003. 11. 28)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 M 8/06

識別記号

F I

H 0 1 M 8/06

テーマコード\* (参考)

W 5 H 0 2 6

B 5 H 0 2 7

K

J

K

8/04

8/04

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-303336 (P2002-303336)

(22) 出願日 平成14年10月17日 (2002. 10. 17)

(31) 優先権主張番号 特願2002-64996 (P2002-64996)

(32) 優先日 平成14年3月11日 (2002. 3. 11)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 500561595

荏原パワード株式会社

東京都港区港南1-6-34

(72) 発明者 蘇 慶泉

東京都港区港南1-6-34 荏原パワード株式会社内

(72) 発明者 鈴木 隆

東京都港区港南1-6-34 荏原パワード株式会社内

(74) 代理人 100097320

弁理士 宮川 貞二 (外4名)

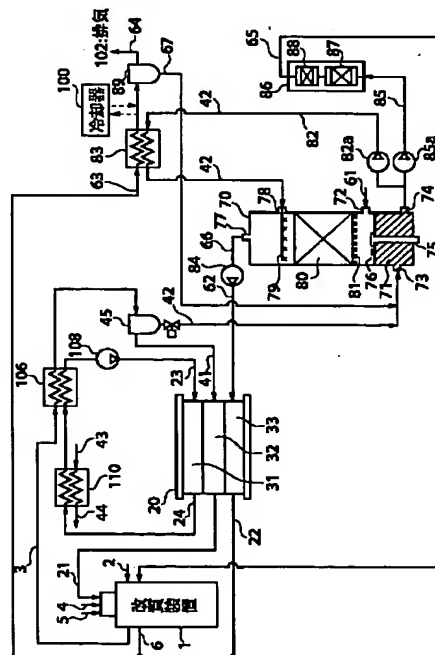
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池発電システム

(57) 【要約】

【課題】 燃料電池発電システムの構成機器の簡略化、及び、燃料電池発電システム全体の長寿命化、並びに、製造コストを低廉にする燃料電池発電システムを提供することを目的とする。

【解決手段】 燃料ガス41と酸化剤ガス62との電気化学的反応により発電し、水を発生する燃料電池20と、回収水42と酸化剤ガス61とを接触させる気液接触装置70と、気液接触装置70の底部から上部へ回収水を送液し気液接触装置70内で循環させる循環経路82を備える。





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料ガスと酸化剤ガスとの電気化学的反応により発電し、水を発生する燃料電池と；下部に回収水を溜める貯液部を有し、前記発生した水を含む回収水を導入する回収水入口と前記酸化剤ガスを導入する酸化剤ガス入口と前記酸化剤ガスを排出する酸化剤ガス出口とが形成され、前記回収水入口から導入された回収水と前記酸化剤ガス入口から導入された酸化剤ガスをとを接触させるように構成された気液接触装置と；前記貯液部の回収水を前記気液接触装置の上部に送ることにより前記回収水を前記気液接触装置内で循環させる循環経路を備える；燃料電池発電システム。

【請求項2】 前記循環経路は、循環する前記回収水を加熱する加熱手段を有する、請求項1に記載の燃料電池発電システム。

【請求項3】 燃料の燃焼により発生する熱で原料燃料を改質して前記燃料ガスを製造する改質装置を備え；前記加熱手段は熱交換器であって、該熱交換器の加熱側の熱源流体は、前記電気化学的反応に伴い発生する酸化剤ガス側のオフガス又は前記燃料の燃焼に伴い発生する燃焼排ガスの少なくとも一方である；請求項2に記載の燃料電池発電システム。

【請求項4】 前記循環経路は、陰イオン交換樹脂を用いた水処理装置を有する、請求項1乃至請求項3の何れか1項に記載の燃料電池発電システム。

【請求項5】 燃料の燃焼により発生する熱で原料燃料を改質して前記燃料ガスを製造する改質装置と；前記気液接触装置から前記改質装置に前記回収水を供給する供給水路を備え；前記供給水路は、前記回収水から不純物を除去する水処理装置を有する；請求項1乃至請求項4の何れか1項に記載の燃料電池発電システム。

【請求項6】 前記酸化剤ガス出口側のガス経路に前記酸化剤ガスを加圧するブロウを備える、請求項1乃至請求項5の何れか1項に記載の燃料電池発電システム。

【請求項7】 前記ブロウの下流に配置され、加圧された前記酸化剤ガスを冷却する冷却手段をさらに備える請求項6に記載の燃料電池発電システム。

【請求項8】 前記冷却手段は、酸化剤ガス流路から加圧された酸化剤ガスを導入し、燃料流路から改質ガスを導入し、冷却水流路からスタック冷却水を導入して相互に熱交換させる請求項7に記載の燃料電池発電システム。

【請求項9】 前記冷却手段の下流に配置され、前記酸化剤ガスから凝縮水を分離する気液分離器をさらに備える請求項8に記載の燃料電池発電システム。

【請求項10】 前記貯液部に溜めた回収水の貯液量を計測し、所定の貯液量に達した段階で、前記燃料電池から発生する水の液送経路を前記気液接触装置から系外へ切り替え、該水を外部に放出させる貯液量制御装置をさらに備える請求項1乃至請求項9の何れか1項に記載の

燃料電池発電システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池発電システムに関し、特に、燃料電池コージェネレーションシステムにおける酸化剤ガスと改質器供給水の処理システムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】都市ガス、LPG、消化ガス、メタノールや灯油のような燃料を改質装置を介して水素に富む改質ガスを生成し燃料電池の燃料極に供給すると共に、空気等の酸素を含む酸化剤ガスを燃料電池の空気極に供給して電気化学的反応により発電する燃料電池発電システムと、この燃料電池発電システムの電気出力と排熱を併給する燃料電池コージェネレーションシステムとがある。

【0003】燃料電池発電システムは、酸化剤ガスとして空気を用いる場合に燃料電池の性能低下を抑えるために空気中の粉塵、SOx、NOxなどの酸性ガス汚染物質や、沿岸地域の大気中塩分等の不純物を除去する必要があり、また、改質装置に供給する燃料改質用の水は、不溶性物質のみならず、Ca<sup>2+</sup>、Na<sup>+</sup>等の陽イオンや、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、Cl<sup>-</sup>等の陰イオン等の溶解性物質をも除去する必要がある。

【0004】また、燃料電池として固体高分子形燃料電池を用いる場合、プロトン交換膜の導電性を高く維持するために、酸化剤ガスを所定の露点まで加湿する必要がある。要求される酸化剤ガス露点は使用する燃料電池の作動温度等の運転条件によって異なるが、約50～80℃の範囲が一般的である。

【0005】燃料改質用水の清浄化方法としては、イオン交換樹脂充填カラムとフィルタとを直列に配置した精製装置に原水を通過させ純水に精製してから燃料改質器に供給していた。また、酸化剤ガスの清浄化方法としては、エアフィルタを用いた乾式濾過方式を用いていた。さらに、酸化剤ガスの加湿方法としては、水蒸気透過膜を用いた膜加湿方式や燃料電池スタック冷却水を熱源とした温水接触加湿方式が提案されている。

## 【0006】

【特許文献1】特開2002-175826号公報（段落番号0018、図1）

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしこのような従来の燃料電池発電システムでは、酸化剤ガスの加湿方法として膜加湿方式を用いる場合、加湿膜の寿命は燃料電池スタックの寿命より短く、燃料電池システム全体の寿命を制約するという課題が存在していた。

【0008】また、燃料電池スタック冷却水を熱源とした温水接触加湿方式では、スタック冷却水の温度が低下するので、この冷却水を熱源として燃料電池コージェネ



レーションシステムから供給される温水の温度が低下するという課題も存在する。

【0009】さらに、酸化剤ガスの清浄化方法としてエアフィルタによる乾式濾過方式を用いる場合は、酸化剤ガスブロウの消費動力がエアフィルタの圧力損失により増加しシステムの効率を低下させていた。

【0010】また、改質供給水の原水として系内回収水を用いる時には、この回収水を純水装置により処理すると、純水装置のイオン交換樹脂の寿命が回収水中の溶存CO<sub>2</sub>によって大幅に低下する。さらには、酸化剤ガスの清浄化処理と加湿処理、そして、改質器供給水の精製が別々の系統で行われているので、システム全体としての構成機器の点数が増加する結果、燃料電池発電システムの製造コストが増加するという課題も存在する。

【0011】本発明は、斯かる実情に鑑み、構成機器の簡略化を図った燃料電池発電システム、及び、長寿命化を図った燃料電池発電システム、並びに、製造コストを廉価にした燃料電池発電システムを提供することを目的とする。

【0012】また、酸化剤ガスの処理と改質器供給水の処理を結合させた熱効率が高い酸化剤ガスと改質器供給水の処理システム、並びに処理方法を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1に係る発明による燃料電池発電システムは、例えば、図2に示すように、燃料ガス41と酸化剤ガス62との電気化学的反応により発電し、水を発生する燃料電池ユニット20と、下部に回収水を溜める貯液部71を有し、発生した水を含む回収水42を導入する回収水入口73と酸化剤ガス61を導入する酸化剤ガス入口72と酸化剤ガス66を排出する酸化剤ガス出口77とが形成され、回収水入口73から導入された回収水42と酸化剤ガス入口72から導入された酸化剤ガス61とを接触させるように構成された気液接触装置70と、貯液部71の回収水を気液接触装置70の上部に送ることにより回収水を気液接触装置70内で循環させる循環経路82を備える。

【0014】ここで、燃料電池ユニット20は固体高分子形又はリン酸形燃料電池を使用することができ、貯液部71は循環経路82に接続され、回収水を直接的又は間接的に気液接触装置70内へ導入できる手段を用いることができる。また、循環経路82は回収水を液送する循環ポンプ82aと配管を用いてもよい。さらに、気液接触装置70は、充填層を有する気液接触装置70を用いてもよい。この気液接触装置70内の酸化剤ガス61と回収水42との接触は向流接触をするように構成することができる。

【0015】このように構成すると、気液接触装置70内で回収水と酸化剤ガス61とを接触させることによ

り、酸化剤ガス61を洗浄し加湿することができ、回収水42を脱炭酸することができる。

【0016】上記目的を達成するために、請求項2に係る発明による請求項1に記載の循環経路82は、例えば、図2に示すように、循環する回収水を加熱する熱交換器83を有する。

【0017】このように構成すると、回収水は熱交換器83内で加熱昇温された後に気液接触装置70の上部に循環され酸化剤ガス61と接触することで、酸化剤ガス61を洗浄し加湿昇温することができる。また、回収水は酸化剤ガス61によって脱炭酸し冷却することができる。

【0018】上記目的を達成するために、請求項3に係る発明による請求項2に記載の燃料電池発電システムは、例えば、図2に示すように、燃料電池発電システムは、燃焼燃料5の燃焼により発生する熱で原料燃料2を改質して改質ガス3を製造する改質装置1を備え、加熱手段は熱交換器83であって、熱交換器83の加熱側の熱源流体は、電気化学的反応に伴い発生する酸化剤ガス側のオフガス22又は燃料の燃焼に伴い発生する燃焼排ガス6の少なくとも一方である。

【0019】ここで、熱交換器83は、オフガス22と燃焼排ガス6の混合ガス63を熱交換器83の熱源流体として使用する。

【0020】このように構成すると、混合ガス63の熱量により回収水を加熱し気液接触装置70を小型化することができる。また、オフガス22に比較して燃焼排ガス6の温度が高く相対湿度が低いので、オフガス22と燃焼排ガス6を混合させることによって、配管における水の結露を防ぐことができるメリットもある。

【0021】上記目的を達成するために、請求項4に係る発明による請求項1乃至請求項3の何れか1項に記載の燃料電池発電システムは、例えば、図3に示すように、燃料電池発電システムの循環経路82は、陰イオン交換樹脂充填カラム94を用いた水処理装置93を有する。

【0022】ここで、循環経路82は、循環ポンプ82aにより回収水を液送するとよい。また、水処理装置93は循環ポンプ82aの下流側に設置するとよい。

【0023】このように構成すると、循環経路82に液送される回収水中の溶解物質であるSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>やCl<sup>-</sup>等の陰イオン成分を水処理装置93により除去することができる。

【0024】上記目的を達成するために、請求項5に係る発明による請求項1乃至請求項4の何れか1項に記載の燃料電池発電システムは、例えば、図2に示すように、燃料5の燃焼により発生する熱で原料燃料2を改質して改質ガス3を製造する改質装置1と、気液接触装置70から改質装置1に回収水65を供給する供給水路85を備え、供給水路85は、回収水から不純物を除去す



る純水装置86を有する。

【0025】ここで、純水装置86はイオン交換樹脂充填カラム87や固形物フィルタ88を用いることができる。

【0026】このように構成すると、改質装置1に不純物を除去した純水を供給することができる。

【0027】上記目的を達成するために、請求項6に係る発明による請求項1乃至請求項5の何れか1項に記載の燃料電池発電システムは、例えば、図2に示すように、燃料電池発電システムの気液接触装置70は、酸化剤ガス出口77側のガス経路に酸化剤ガス62を加圧するブロワ84を備える。

【0028】このように構成すると、燃料電池20に供給する酸化剤ガス62の露点温度を上昇させることで気液接触装置70を小型化することができる。また、加圧するブロワ84が酸化剤ガス出口77側に備えるため、ブロワ84による噴出し圧力が気液接触装置70にかからない。

【0029】上記目的を達成するために、請求項7に係る発明による請求項6に記載の燃料電池発電システムは、例えば、図5に示すように、ブロワ84の下流に配置され、加圧された酸化剤ガス62を冷却する冷却手段112をさらに備える。

【0030】このように構成すると、ブロワ84により圧縮発熱した酸化剤ガス62の温度を冷却手段112により低下させることができるため、酸化剤ガス62の相対湿度を上昇させることができる。

【0031】ここで、冷却手段112は、例えば、スタック冷却水23と酸化剤ガス62とを熱交換させる熱交換器を用いることができる。

【0032】上記目的を達成するために、請求項8に係る発明による請求項7に記載の燃料電池発電システムは、例えば、図6に示すように、冷却手段114は、酸化剤ガス流路33aから加圧された酸化剤ガス62を導入し、燃料流路31aから改質ガス3を導入し、冷却水流路32aからスタック冷却水23aを導入して相互に熱交換させるように構成する。

【0033】このように構成すると、酸化剤ガス流路33aと燃料流路31aと冷却水流路32aを備えるので、酸化剤ガス62と改質ガス3を共に、スタック冷却水23aの温度に近づけ冷却することができる。

【0034】上記目的を達成するために、請求項9に係る発明による請求項8に記載の燃料電池発電システムは、例えば、図5に示すように、冷却手段112の下流に配置され、酸化剤ガスから凝縮水を分離する気液分離器55をさらに備える。

【0035】このように構成すると、気液分離器55をさらに備えるため、水蒸気飽和状態の酸化剤ガスから凝縮水を分離した酸化剤ガス68を燃料電池20へ供給することができる。

【0036】上記目的を達成するために、請求項10に係る発明による請求項1乃至請求項9の何れか1項に記載の燃料電池発電システムは、例えば、図7に示すように、貯液部71に溜めた回収水の貯液量を計測し、所定の貯液量に達した段階で、燃料電池20から発生する水の液送経路67を気液接触装置70から系外へ切り替え、水を外部に放出させる貯液量制御装置117をさらに備える。

【0037】ここで、貯液量を計測する手段は液面センサ118を用い、液送経路67を切替える手段は電磁バルブ115と電磁バルブ116を用い、貯液量制御装置117はコンピュータ又はマイクロプロセッサを用いることができる。

【0038】このように構成すると、燃料電池20と気液接触装置70との間で水を循環させながら、燃料電池20で発生する余剰水を系外へ排出することができる。

【0039】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図示例と共に説明する。図1から図7は発明を実施する形態の一例であって、図中、図と同一または類似の符号を付した部分は同一物または相当物を表わし、重複した説明は省略する。

【0040】図1は、本発明による第1の実施の形態である燃料電池発電システムの模式的ブロック図である。燃料電池発電システムは、改質燃料2を改質する改質装置1と、改質装置1から排熱回収装置40を経由して燃料ガス41が供給される燃料電池としての燃料電池ユニット20と、燃料電池ユニット20から発生するスタック冷却水を排熱回収装置40との間で循環させる循環経路23、24と、外部から導入する酸化剤ガスと排熱回収装置40から回収する系内回収水42とを気液接触処理を行い処理後の酸化剤ガス62を燃料電池ユニット20へ供給する酸化剤ガス及び改質器供給水処理装置60と、を備える。

【0041】図1のブロック図を参照して、燃料電池発電システムの動作について説明をする。燃料電池発電システムは、改質装置1から製造された改質ガス3を排熱回収装置40に供給し、排熱回収装置40から送出する燃料ガス41を下流の燃料電池ユニット20に供給する。また、酸化剤ガスとして大気中の空気又は酸素を酸化剤ガス及び改質器供給水処理装置60へ供給し処理後の酸化剤ガス62を燃料電池ユニット20へ供給する。燃料電池ユニット20は、供給された処理後の酸化剤ガス62と燃料ガス41との電気化学的反応により直流電力（不図示）を発電する。

【0042】本実施の形態では、改質装置1へ外部から燃焼燃料5、空気4を導入し、また燃料電池ユニット20から燃料極オフガス21を導入し、酸化剤ガス及び改質器供給水処理装置60から改質器供給水65を導入することにより、天然ガス、ナフサ、メタノールのような



改質燃料2を外部から改質装置1へ供給し水素を主成分とする水素富化ガスとしての改質ガス3を製造する。また、改質装置1から排出される燃焼排ガス6を燃料電池ユニット20から排出される空気極オフガス22と混合した後に混合ガス63として酸化剤ガス及び改質器供給水処理装置60へ供給するように構成する。

【0043】コージェネレーション用の温水熱源は、燃料電池ユニット20から排出するスタック冷却水を往き配管23及び還り配管24で構成する循環系統を経由させて排熱回収装置40内の熱交換器から供給する。この熱交換器によりコージェネレーション系から温水往き配管43と温水還り配管44で構成する循環経路を循環する水の温度を上昇させることができる。

【0044】排熱回収装置40は、改質装置1から送出される改質ガス3を気液分離し系内回収水42を生成する。生成された系内回収水42は酸化剤ガス及び改質器供給水処理装置60へ供給する。

【0045】酸化剤ガス及び改質器供給水処理装置60は、上述した混合ガス63と系内回収水42の供給を受けて、大気中の酸素又は空気のような酸化剤ガス61を浄化し、浄化処理後の酸化剤ガス62を燃料電池ユニット20へ送出する。また、系内回収水42を浄化した改質器供給水65を改質装置1へ供給する。

【0046】改質装置1は、燃焼燃料5と空気4を導入し、改質燃料2を改質して改質ガス3を製造する。この改質ガス3を下流の排熱回収装置40へ送出し改質ガス3の温度及び露点を排熱回収装置40により適宜調整して燃料ガス41を生成することができる。

【0047】燃料電池ユニット20の燃料極には、排熱回収装置40から送出される燃料ガス41を導入する。一方、酸化剤ガス及び改質器供給水処理装置60から送出される処理後の酸化剤ガス62を燃料電池ユニット20の空気極に導入して電気化学的反応により電力を発電することができる。

【0048】燃料電池ユニット20の燃料極から排出される燃料極オフガス21と空気4とを改質装置1内の燃焼部にて燃焼させて、改質燃料2の改質熱を発生させる。ここで、改質装置1の起動時や改質熱不足時には燃焼燃料5を改質装置1の補助燃料として供給することができる。

【0049】改質装置1から排出される燃焼排ガス6と燃料電池ユニット20の空気極33（図2参照）から排出される空気極オフガス22とを混合する混合ガス63と、排熱回収装置40から回収された回収水42と、酸化剤ガス61と、を酸化剤ガス及び改質器供給水処理装置60に送出する。

【0050】酸化剤ガス及び改質器供給水処理装置60は、混合ガス63を熱源として、系内回収水42を原水として各々利用することにより、処理後の酸化剤ガス62と改質器供給水65を生成する。また、酸化剤ガス及

び改質器供給水処理装置60から排気される排ガス64は、燃料電池発電システムの排気ガスとして系外へ排出する。

【0051】燃料電池ユニット20は、発生する熱エネルギーを回収する燃料電池ユニットのスタック冷却水を還り配管24を経由して排熱回収装置40へ送出し、排熱回収装置40から往き配管23を介して燃料電池ユニット20へ回収する冷却水の循環経路に接続されている。

【0052】このように、燃料電池ユニット20の熱エネルギーを加湿などによる酸化剤ガス処理の熱源に用いる必要がないので、最大限の温度と熱量を有する温水を燃料電池システムからコージェネレーションシステムへ供給することができる。

【0053】燃料電池ユニット20は、スタック冷却水の温度が酸化剤ガス及び改質器供給水処理装置60の条件変動による影響を受けないので、燃料電池ユニット20の温度を容易に制御することができる。

【0054】図2は、第1の実施の形態である燃料電池発電システムの系統図である。燃料電池発電システムは、外部から供給される改質燃料2を改質する改質装置1と、改質装置1に接続され改質装置1から熱交換器106及び気液分離器45を経由して燃料ガス41の供給を受ける燃料電池ユニット20と、酸化剤ガス及び改質器供給水処理装置として外部から供給される酸化剤ガス61と系内回収水42とを気液接触させる気液接触装置としての気液接触塔70と、気液接触塔70の下部に設けた貯液部71から上部に設けた水分散器79へ回収水を循環させる循環経路82と、貯液部71からポンプ85aを通じて回収水を液送し純水化する純水装置86と、を備える。

【0055】ここで、燃料電池ユニット20は、例えば、積層型の固体高分子形燃料電池を使用することができる。空気極33と、冷却水流路31と、燃料極32とを有し、気液接触塔70から空気極33へ酸化剤ガス62を導入し、改質装置1から燃料としての改質ガス3を導入し、電気化学的反応により電力を発電する。

【0056】燃料電池ユニット20の冷却水流路31から排出されるスタック冷却水は、冷却水還り配管24から送出し熱交換器110と熱交換器106とポンプ108とを経由して冷却水往き配管23を介して冷却水流路31へ循環される。

【0057】コージェネレーション系の水は、温水往き配管43から熱交換器110に導入してスタック冷却水と熱交換をし昇温してから、温水還り配管44を通じて送出される。また、熱交換器110を通過したスタック冷却水は次段の熱交換器106へ送出され改質装置1から送出される改質ガス3の温度を調整するように熱交換をする。熱交換器106を通過したスタック冷却水は、ポンプ108を介して燃料電池ユニット20の冷却水流



路31へ循環される。

【0058】気液接触塔70は、その下部に、貯液部71と、回収水入口73と、回収水吸引口74と、溢流管75とを配置し、この溢流管75の上部に位置する溢流口76の上方に酸化剤ガス入口72を備え、気液接触塔70の上部には、酸化剤ガス出口77と、回収水注入口78と、水分散器79とを有する。

【0059】気液接触塔70は、その中部に、回収水と酸化剤ガス61との気液接触を促進するための充填物を充填した充填部80と、充填部80を支持する充填物支持板81とを備える。

【0060】回収水42は、循環ポンプ82aによって貯液部71の回収水吸引口74より熱交換器83に送出され、混合ガス63との熱交換により加熱昇温された後に気液接触塔70上部の水分散器79に供給される。このように回収水42は循環経路82を通して循環されている。

【0061】酸化剤ガスのブロワ84は、気液接触塔70の酸化剤ガス出口77に接続し、気液接触塔70内に酸化剤ガス61を吸引し、気液接触塔70内部を加圧することはない。吸引された酸化剤ガス61と回収水42は充填部80にて向流接触することにより、酸化剤ガス61が回収水42によって洗浄されると共に、昇温及び加湿される。

【0062】気液接触塔70内の回収水42は、酸化剤ガス61によって脱炭酸され、冷却される。回収水の脱炭酸処理工程により少量の炭酸ガスが酸化剤ガス61に混入するが、炭酸ガスが燃料電池ユニット20内の空気極触媒に対する触媒被毒作用をほとんど示さないため燃料電池ユニット20の劣化や寿命に影響することはない。なお、本実施形態で例示する酸化剤ガス入口72は、大気開放されているので、大気中の空気を酸化剤ガス61として用いることができる。

【0063】気液接触塔70内で脱炭酸された回収水42は、回収水吸引口74に接続する供給水用のポンプ85aにより純水装置86に送られる。回収水42はイオン交換樹脂充填カラム87により純水に精製された後に、改質器供給水65として改質装置1に液送される。また、純水装置86内にはイオン交換樹脂充填カラム87の次段に固形物フィルタ88を設けても良い。

【0064】上記実施の形態では、循環用のポンプ85aを用いて回収水42を純水装置86へ液送しているが、これに代えて、回収水吸引口74に接続する循環ポンプ82aの吐出口と純水装置86の入口とを連結する分岐配管を設け、循環する回収水42の一部を分岐して純水装置86へ液送することもできる。従って、供給水用のポンプ85aを省き構成部材を削減することができる。

【0065】上記本実施形態の純水装置86は、陽イオン交換樹脂と陰イオン交換樹脂を混合充填したミックス

ベッド形のイオン交換樹脂充填カラム87と、固形物フィルタ88とを直列に連結して構成することができる。

【0066】また、酸化剤ガス61に粉塵等の固形汚染物質が多量に含まれる場合には、イオン交換樹脂充填カラム87の上流側に固形物フィルタを追加することも出来る。この場合、回収水42が予め脱炭酸されているので、イオン交換樹脂の寿命を伸ばすことができるので、純水装置86のメンテナンス期間を延ばすことができる。

【0067】気液接触塔70の酸化剤ガス出口77から送出する酸化剤ガス66は、酸化剤ガスのブロワ84によって昇圧され、処理後の酸化剤ガス62として積層型の燃料電池ユニット20の空気極33に供給される。

【0068】このように構成すると、酸化剤ガスのブロワ84による昇圧の結果、酸化剤ガス66の露点が上昇する。例えば、酸化剤ガスのブロワ84による酸化剤ガス66の圧力上昇が12kPaとして、酸化剤ガス出口77における酸化剤ガス66の露点が50℃の場合は、処理後の酸化剤ガス62の露点が約2℃上昇し約52℃になる。

【0069】このように、酸化剤ガス62の達成すべき露点が一定の場合、酸化剤ガスのブロワ84を気液接触塔70の下流側に配置することにより、気液接触塔70の加湿負荷を軽減し、気液接触塔70をコンパクト化、すなわち燃料電池発電システムをコンパクト化することができる。また、ブロワ84を酸化剤ガス入口72側に配置した場合と違って、気液接触塔70内はブロワ84により加圧されることがない。

【0070】また、気液接触塔70内の貯液部71は、大気開放状態を維持することにより大気圧の状態にあるので、回収水42及び67をそれぞれの水位差によって気液分離器45及び89から貯液部71へ導入することができる。従って、回収水42及び回収水67を液送する送液ポンプ等を不要にすることができる。

【0071】さらに、余剰の回収水42又は67は、追加の送液ポンプや液面センサ等の系外排出機器を用いることなく、貯液部71内に配置する溢流管75の底部排出口から燃料電池発電システムの系外へ排出することができる利点もある。

【0072】酸化剤ガス及び改質器供給水処理装置の一部を構成する熱交換器83は、燃料電池ユニット20の空気極33から排出する空気極オフガス22と、改質装置1から排出された燃焼排ガス6を混合した混合ガス63を導入し、顕熱及び潜熱の一部を気液接触塔70から供給された回収水42と熱交換をしてから、回収された混合ガス63を下流に配置する気液分離器89により凝縮水を分離する。

【0073】気液分離器89内の凝縮水は、回収水67として回収され水位差によって気液接触塔70へ送出される。また、気液分離器89を出た気体は排ガス64と



して燃料発電システムの系外へ排出される。ここで、熱交換器83の下流側で気液分離器89の上流側に破線矢印にて接続された冷却器100を追加することにより、排ガス64の熱及び水分をさらに回収することもできる。

【0074】上記実施の形態では、空気極オフガス22と燃焼排ガス6の顕熱、潜熱、及び、水分を比較的に少ない機器で回収し有効利用することができる。

【0075】図3は、本発明の第2の実施の形態である燃料電池発電システムの系統図である。ここで、前記第1の実施形態と同一又は対応する部材又は要素は、同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0076】燃料電池発電システムは、改質装置1と、燃料電池ユニット20と、酸化剤ガス及び改質器供給水処理装置60を構成する気液接触塔70と水処理装置93と、純水装置86と、を備える。

【0077】気液接触塔70は、上部に配置する水分散器79と酸化剤ガス出口77との間に、デミスタ91を設け、このデミスタ91により中央部の充填部80から上昇する酸化剤ガス61によってキャリーオーバーされたミストを除去する。

【0078】また、気液接触塔70の回収水吸引口74に接続する循環経路82中の循環用のポンプ85aの下流側に水処理装置93を備える。この水処理装置93のイオン交換樹脂充填カラム94に用いるイオン交換樹脂としては、OH<sup>-</sup>型陰イオン交換樹脂が望ましい。本実施形態において、酸化剤ガス61中の酸性ガス汚染物質、例えば、硫黄酸化物SO<sub>2</sub>は、 $\text{SO}_2 + \text{OH}^- \rightarrow \text{HSO}_3^-$ の反応式により、充填部80にて接触する回収水42の中のOH<sup>-</sup>イオンと反応してイオン化し、回収水42に吸収される。

【0079】そして、吸収された系内循環水中のHSO<sub>3</sub><sup>-</sup>は、 $\text{HSO}_3^- + \text{R}-\text{OH}^- \rightarrow \text{R}-\text{HSO}_3^- + \text{OH}^-$ の反応式により、イオン交換樹脂充填カラム94にて陰イオン交換樹脂のOH<sup>-</sup>イオンのイオン交換をしてイオン交換樹脂充填カラム94内のイオン交換樹脂に吸着される。この時に、OH<sup>-</sup>イオンが回収水に供給される。

【0080】本実施の形態では、回収水の循環経路に、OH<sup>-</sup>型陰イオン交換樹脂を用いた水処理装置93を備えることによって、気液接触塔70に循環される回収水42にOH<sup>-</sup>イオンを常に供給する。即ち、循環する回収水42を常にアルカリ性に保ち、酸化剤ガス61に含有するNO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>等の酸性ガスの汚染物質を効果的に除去することができる。

【0081】図4は、本発明の実施の形態である燃料電池発電システムに用いる気液接触塔70の系統図である。上述した実施の形態では、気液接触塔70内の貯液部71の上部に酸化剤ガス入口72を設けて大気中の酸素又は空気を導入したが、本実施の形態では、貯液部7

1に貯留した回収水の中に酸化剤ガス導入口104を設けている。

【0082】この酸化剤ガス導入口104は、酸化剤ガス入口72から空気又は酸素を貯液部71へ導入し貯留した回収水により酸化剤ガス61の不純物を除去することができる。酸化剤ガス61は、泡状に放出され気液接触塔70内を上昇して上部の水分散器79から散布される回収水42と接触し二段階の浄化工程を経ることができる。

【0083】このように本実施の形態では、燃料ガスと酸化剤ガスとの電気化学的反応により水を発生すると共に発電する発電工程と、発生した水を含む回収水42と発電工程で使用する前の酸化剤ガス61とを接触させる気液接触工程とを備えることにより、燃料電池発電システム系内の回収水42を脱炭酸し精製すると共に、酸化剤ガスを浄化して燃料電池ユニット20へ供給する燃料電池発電方法を提供することができる。

【0084】また、上述した気液接触工程は、酸化剤ガス61と接触させる回収水42を循環使用するために循環する循環工程を備えることにより、この循環工程は、循環する回収水42を加熱する加熱工程を有するので、加熱した回収水42を介して酸化剤ガス61を加湿昇温し浄化する燃料電池発電方法を提供することができる。

【0085】さらに、燃料を燃焼させて熱を発生し、この熱で原料燃料としての改質燃料2を改質して水素富化ガスとしての改質ガス3を製造する改質工程を備えることにより、加熱工程では、電気化学的反応に伴い発生するオフガス22又は燃料の燃焼に伴い発生する燃焼排ガス6の少なくとも一方で回収水42を加熱することで、回収水42を加熱する十分な熱源を確保する燃料電池発電工程を提供することができる。

【0086】さらにまた、循環工程は、陰イオン交換工程を有することにより、酸化剤ガス61中の酸性ガス汚染物質を効率良く除去する燃料電池発電システムを提供することができる。

【0087】図5は、本発明の第3の実施の形態である燃料電池発電システムの系統図である。燃料電池発電システムは、改質燃料2を改質する改質装置1と、改質装置1から燃料ガス41の供給を受ける燃料電池ユニット20と、燃料電池ユニット20から発生する水を貯留すると共に燃料電池ユニット20へ供給する酸化剤ガス61を洗浄する気液接触塔70と、気液接触塔70が貯留する水を純水化する純水装置86と、気液接触塔70が貯留する水を浄化する水処理装置93と、気液接触塔70から浄化した酸化剤ガス66を燃料電池ユニット20へ送風するブロワ84と、ブロワ84の下流に設けられ燃料電池ユニット20から排出するスタック冷却水とブロワ84から送風する酸化剤ガス62とを熱交換する冷却手段としての熱交換器112と、熱交換器112と燃料電池ユニット20との間に配置され、熱交換した冷却



酸化剤ガスから凝縮水を分離する気液分離器 55 とを備える。

【0088】ここで、本実施の形態に用いる改質装置 1、燃料電池ユニット 20、気液接触塔 70、純水装置 86、水处理装置 93、ブロウ 84 等の部材は、上述した実施の形態に用いた部材と同等のものをを用いることができるため、重複する説明を省略する。

【0089】燃料電池ユニット 20 は、冷却水還り配管 24 に接続され、内部の冷却水流路 31 から排出するスタック冷却水をこの冷却水還り配管 24 から送出し、スタック冷却水を燃料電池ユニット 20 の下流に位置する熱交換器 110 と熱交換器 106 とポンプ 108 の順番に各々経由させながら、冷却手段としての熱交換器 112、及び冷却水往き配管 23 を介して冷却水流路 31 へスタック冷却水を循環させるように構成する。

【0090】上記熱交換器 112 は、ブロウ 84 を介して気液接触塔 70 に接続され、ブロウ 84 から処理後の酸化剤ガス 62 を導入し、循環しているスタック冷却水と熱交換させて、この熱交換器 112 により冷却した酸化剤ガスを次段に接続した気液分離器 55 に供給する。ここで、熱交換器 112 は、例えば、酸化剤ガス 62 とスタック冷却水とを並行して通過させる並流形式の熱交換器が望ましい。

【0091】燃料電池ユニット 20 による酸化剤ガスの圧力降下が大きい場合、ブロウ 84 による酸化剤ガス 62 の圧縮比が大きいので、圧縮発熱による酸化剤ガス 62 の温度上昇が顕著となる。この酸化剤ガス 62 が温度上昇する結果、酸化剤ガス 62 の相対湿度が 90% 以下に低下するおそれがある。

【0092】燃料電池ユニット 20 の空気極 33 へ相対湿度が 90% 以下の酸化剤ガス 62 を直接供給すると燃料電池ユニット 20 内部の高分子電解質膜が乾燥し、燃料電池ユニット 20 の出力電圧低下、及び高分子電解質膜の寿命の低下を招く虞がある。従って、本実施の形態では、上述の如く酸化剤ガス 62 とスタック冷却水とを熱交換をさせることにより、酸化剤ガス 62 を冷却し空気極 33 に導入する酸化剤ガス 68 の相対湿度を約 90% 以上に維持することができる。

【0093】また、熱交換器 112 により冷却された酸化剤ガス 62 の相対湿度が 100% を超える水蒸気過飽和状態に至る場合でも、気液分離器 55 は、酸化剤ガス 62 から凝縮水を分離するので、燃料電池ユニット 20 に適した湿度の酸化剤ガス 68 を供給することができる。分離した凝縮水は、下部に設けたバルブの開操作により配管 52 を通じて気液接触塔 70 の貯液部 71 へ液送される。

【0094】図 6 は、本発明の第 4 の実施の形態である燃料電池発電システムの系統図である。燃料電池発電システムは、改質燃料 2 を改質する改質装置 1 と、改質装置 1 から燃料ガス 41 の供給を受ける燃料電池ユニット

20 と、燃料電池ユニット 20 から発生する水を貯留すると共に燃料電池ユニット 20 へ供給する酸化剤ガス 61 を洗浄する気液接触塔 70 と、気液接触塔 70 が貯留する水を純水化する純水装置 86 と、気液接触塔 70 が貯留する水を浄化する水处理装置 93 と、気液接触塔 70 から浄化した酸化剤ガス 66 を燃料電池ユニット 20 へ送風するブロウ 84 と、ブロウ 84 の下流に設けられ燃料電池ユニット 20 から排出するスタック冷却水とブロウ 84 から送風する酸化剤ガス 62 及び改質装置 1 から供給される改質ガス 3 とを熱交換する冷却手段としての 3 流体熱交換器 114 と、熱交換器 114 と燃料電池ユニット 20 との間に配置され、熱交換した冷却酸化剤ガスから凝縮水を分離する気液分離器 55 と、熱交換した燃料ガス 41 から凝縮水を分離する気液分離器 45 と、を備える。

【0095】ここで、本実施の形態に用いる改質装置 1、燃料電池ユニット 20、気液接触塔 70、純水装置 86、水处理装置 93、ブロウ 84 等の部材は、上述した実施の形態に用いた部材と同等のものをを用いることができるため、重複する説明を省略する。

【0096】燃料電池ユニット 20 は、冷却水還り配管 24 に接続され、内部の冷却水流路 31 から排出するスタック冷却水をこの冷却水還り配管 24 から送出し、スタック冷却水を燃料電池ユニット 20 の下流に位置する熱交換器 110 とポンプ 108 の順番に各々経由させながら冷却水往き配管 23 a、冷却手段としての 3 流体熱交換器 114、及び冷却水往き配管 23 を介して冷却水流路 31 へスタック冷却水を循環させるように構成する。

【0097】3 流体熱交換器 114 は、燃料流路 31 a、冷却水流路 32 a、及び酸化剤ガス流路 33 a を備え、燃料流路 31 a は、改質装置 1 に接続され改質ガス 3 を導入する。冷却水流路 32 a は、冷却水往き配管 23 a を介してポンプ 108 に接続されスタック冷却水を導入する。酸化剤ガス流路 33 a はブロウ 84 に接続され処理後の酸化剤ガス 62 を導入する。

【0098】上記 3 流体熱交換器 114 は、上述した実施の形態に用いた熱交換器 106 と熱交換器 112 の代替手段として機能し、改質ガス 3 と酸化剤ガス 62 をスタック冷却水と熱交換させることができる。ここで、3 流体熱交換器 114 は、改質ガス 3 と酸化剤ガス 62 とスタック冷却水の 3 流体を並行して通過させる並流形式の熱交換器が望ましい。

【0099】また、3 流体熱交換器 114 を用いるのは、上述した実施の形態で説明した熱交換器 106 (図 5 参照) が燃料ガス 3 とスタック冷却水との熱交換を行い、熱交換器 112 (図 5 参照) が酸化剤ガス 62 とスタック冷却水との熱交換を行うように、熱交換器 106 と熱交換器 112 は共に、熱交換媒体の一方がスタック冷却水であるため、これらを代替することができるから



である。

【0100】しかも、3流体熱交換器114は冷却媒体としてのスタック冷却水を共通にするので、燃料電池ユニット20に導入する燃料ガス3と酸化剤ガス62の温度をスタック冷却水温度に同時に近づけることができ、システムをコンパクトにすることができる。

【0101】3流体熱交換器114は、燃料流路31aの出口が気液分離器45を経由して燃料電池ユニットの燃料極32に接続され、燃料ガス41を燃料電池ユニット20へ供給する。また、冷却水流路32aの出口が往

き配管23を経由して燃料電池ユニットの冷却水流路31に接続され、スタック冷却水を燃料電池ユニット20へ供給する。さらに、酸化剤ガス流路33aの出口が気液分離器55を経由して燃料電池ユニットの空気極33に接続され、気水分離した酸化剤ガス68を燃料電池ユニット20へ供給する。

【0102】図7は、本発明の第5の実施の形態である燃料電池発電システムの系統図である。燃料電池発電システムは、改質燃料2を改質する改質装置1と、改質装置1から燃料ガス41の供給を受ける燃料電池ユニット20と、燃料電池ユニット20から発生する水を貯留すると共に燃料電池ユニット20へ供給する酸化剤ガス61を洗浄する気液接触塔70と、気液接触塔70が貯留する水を純水化する純水装置86と、気液接触塔70が貯留する水を浄化する水処理装置93と、気液接触塔70から浄化した酸化剤ガスを燃料電池ユニット20へ送風するブロワ84と、ブロワ84の下流に設けられ燃料電池ユニット20から排出するスタック冷却水とブロワ84から送風する酸化剤ガス62及び改質装置1から供給される燃料ガス41とを熱交換する冷却手段としての3流体熱交換器114と、熱交換器114と燃料電池ユニット20との間に配置され、熱交換した冷却酸化剤ガスから凝縮水を分離する気液分離器55と、熱交換した燃料ガス41から凝縮水を分離する気液分離器45と、燃料電池ユニット20と改質装置1から排気される混合ガス63により循環する回収水を加熱する熱交換器83と、熱交換器83の下流に接続され冷却器100により冷却された混合ガスから凝縮水を分離する気液分離器89と、気液分離器89の下部に設けられ分離した凝縮水を系外へ排出させる電磁バルブ116と、気液分離器89の下部に設けられ分離した凝縮水を気液接触塔70へ供給する電磁バルブ115と、を備える。

【0103】ここで、本実施の形態に用いる改質装置1、燃料電池ユニット20、気液接触塔70、純水装置86、水処理装置93、ブロワ84、熱交換器114等の部材は、上述した実施の形態に用いた部材と同等のものをを用いることができるため、重複する説明を省略する。

【0104】気液接触塔70は、貯液部に貯留した回収水の貯留量を検出する液面センサ118を備え、液面セ

ンサ118のセンサ部120が回収水の液面119を検知するように構成する。液面センサ118は、ライン121を介して貯液量制御装置としてのコントローラ117に電氣的に接続され、液面119の検出信号をコントローラ117へ送信する。

【0105】コントローラ117は、気液分離器89の下方に設けられた電磁バルブ115とライン122を介して電氣的に接続され、同様に、気液分離器89の下方に設けられた電磁バルブ116とライン123を介して電氣的に接続されている。

【0106】燃料電池ユニット20は、燃料ガス41と酸化剤ガス68とが電気化学的反応により発電し、水を生成するため、燃料電池発電システム内で水が過剰となる場合がある。本実施の形態では、生成した水を循環利用しながら、気液接触塔70の貯液部71に貯留した回収水の貯留量を制御し、余剰となる水を系外に排出するように構成する。

【0107】図7の系統図を参照して、燃料電池発電システムの動作について説明をする。コントローラ117は、液面センサ118から貯液部71に貯留した回収水の液面119に対応する検出信号を受信し、内部で論理演算をすることにより予め設定した液面情報と検出信号に基づく演算結果とを比較する。比較結果により液面119が所定の水位以下と判定されたときは、電磁バルブ115を開制御する制御信号をライン122を介して電磁バルブ115へ送信すると共に、電磁バルブ116を閉制御する制御信号をライン123を介して電磁バルブ116へ送信する。この2つの電磁バルブの制御により気液分離器89に溜まった凝縮水を貯液部71へ液送することができる。

【0108】一方、コントローラ117の比較結果により液面119が所定の水位以上と判定されたときは、電磁バルブ115を閉制御する制御信号をライン122を介して電磁バルブ115へ送信すると共に、電磁バルブ116を開制御する制御信号をライン123を介して電磁バルブ116へ送信する。この2つの電磁バルブの制御により気液分離器89に溜まった凝縮水を余剰水として系外へ排出することができる。

【0109】このように、燃料電池ユニット20から生成される水の内余剰水を循環系に入れずに直接系外へ排出するため、水処理装置93や純水装置86の負荷を軽減して寿命を延長させることができる。また、系外へ排出する余剰水を不図示の中和装置を経由させてから排水設備に流すように構成することにより中和した排水を環境へ放出することができる。

【0110】

【発明の効果】本発明によれば、燃料改質器供給水及び酸化剤ガスを効率よく処理し、燃料電池システムの改質装置、燃料電池及び水処理装置の性能と寿命を改善することができる。



【0111】また、燃料電池システムの機器点数を少なくして製造コストを低減させることができ、燃料電池システムの熱効率を向上させ、燃料電池発電システムより供給される温水の温度を高くするという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態の燃料電池発電システムの模式的ブロック図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態の燃料電池発電システムの系統図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態の燃料電池発電システムの系統図である。

【図4】本発明の実施の形態の燃料電池発電システムに用いる気液接触装置の系統図である。

【図5】本発明の第3の実施の形態である燃料電池発電システムの系統図である。

【図6】本発明の第4の実施の形態である燃料電池発電システムの系統図である。

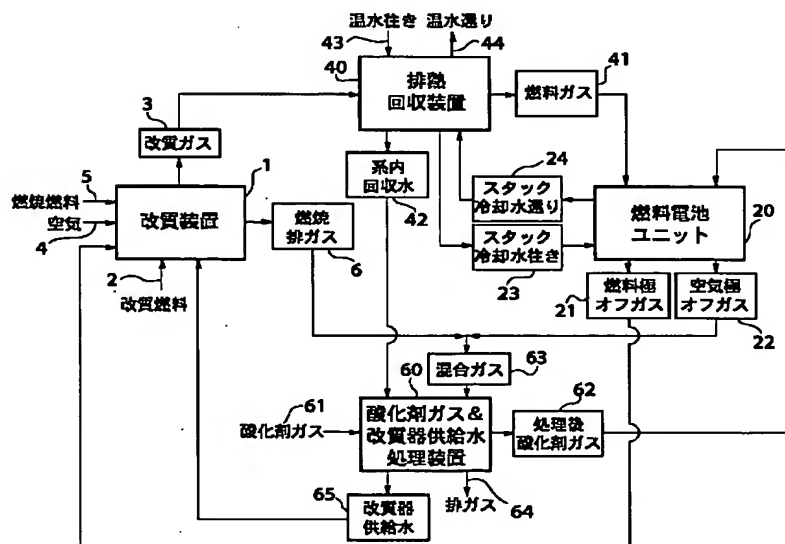
【図7】本発明の第5の実施の形態である燃料電池発電システムの系統図である。

【符号の説明】

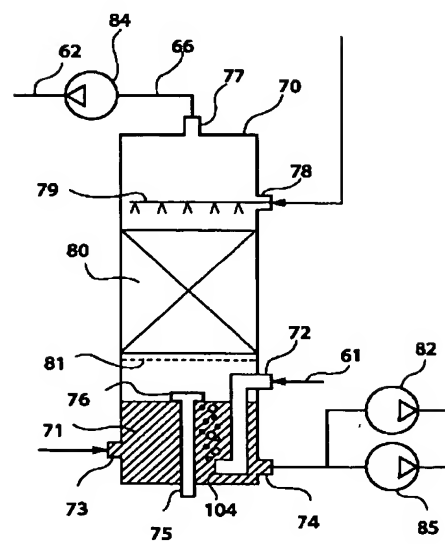
1 改質装置  
3 燃料ガス  
20 燃料電池ユニット  
23 循環経路  
31 a 燃料流路  
31 冷却水流路  
32 燃料極  
32 a 冷却水流路

\* 33 酸化剤ガス流路  
33 a 排熱回収装置  
40 気液分離器  
45 気液分離器  
55 改質器供給水処理装置  
60 液送経路  
67 酸化剤ガス  
70 気液接触塔  
82 a 循環ポンプ  
82 循環経路  
83 熱交換器  
84 ブロワ  
85 a ポンプ  
86 純水装置  
89 気液分離器  
93 水処理装置  
94 イオン交換樹脂充填カラム  
100 冷却器  
106 熱交換器  
108 ポンプ  
110 熱交換器  
112 熱交換器  
114 熱交換器  
115 電磁バルブ  
116 電磁バルブ  
117 貯液量制御装置  
118 液面センサ

【図1】



【図4】





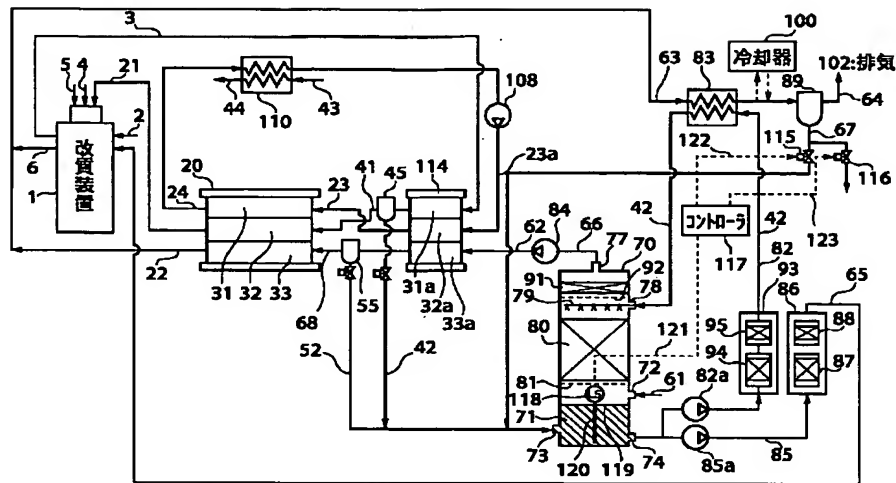
[illegible][illegible]







【図7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
H01M 8/10

識別記号

FI  
H01M 8/10

テーマコード (参考)

Fターム (参考) 5H026 AA06  
5H027 AA06 BA01 BA05 BA09 BC06  
CC06